



# USO DE FERTILIZANTES Y ACONDICIONADORES DE SUELO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

**Juan F. Gallardo Lancho**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.).

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (IRNASa).

## > Resumen

*La agricultura ecológica se basa en mantener y mejorar la fertilidad del suelo, movilizándolo los nutrientes que contiene y poniéndolos a disposición de las plantas cultivadas. Por ello se agregan productos orgánicos cuya calidad bioquímica define su eficiencia. Estos productos más que aportar nutrientes al suelo lo que hacen es mejorar la estructura del suelo y, además, mantener la vida microbiana que se da en el mismo.*

## > Palabras Clave

- Calidad producto orgánico
- Inmovilización biológica
- Materia orgánica del suelo (MOS)
- Microbiología edáfica

**A** mi entender la agricultura no debería denominarse “ecológica” en el sentido de respetar el medio ambiente, pues tiende siempre a simplificar los sistemas, dado que para que se produzca más alimentos o fibras (útil y rentablemente) hay que modificar, a

veces profundamente, el sistema natural (el ecosistema ‘climax’). Quizás el término que se acerca más a la realidad sea ‘agricultura orgánica’ -término usado en países anglosajones y en América Latina, por otras razones-, si la fertilización se basa en adiciones importantes de residuos orgánicos. Tomada esta licencia de reflexión previa, nos centraremos en el uso de fertilizantes y acondicionadores en esta agricultura.

Dadas las limitaciones en la adición de agroquímicos de síntesis, el suministro y manejo de nutrientes al suelo en agricultura ecológica debe ser realizado a través de productos generalmente orgánicos (abonos), geológicos (rocas) o mixtos (enmiendas), básicamente referido al nitrógeno (N) o, a veces, al fósforo (P). Pero el principal inconveniente es que lo que se añade al suelo es mayormente N orgánico (o P orgánico), mientras que las plantas (cultivadas o naturales) lo toman en su forma inorgánica y soluble. Esto ocasiona que la nutrición efectiva vegetal dependa de la intensidad de mineralización de los restos orgánicos añadidos (liberándose formas inicialmente solubles de N o P) que, a su vez, dependen por una parte del clima (que controla la actividad microbiana) y, por otro, de la calidad de los productos orgánicos añadidos (indicado principalmente por la riqueza en N y P o, en la práctica usual, por la relación C/N).

Comencemos por la calidad del producto orgánico, en general controlada por su contenido en materia orgánica

(exigiéndose más de 50% de ella), la relación C/N (deseablemente entre 25 y 15) y el contenido en humedad (menor del 25% en venta). Como el contenido de carbono (C) de los productos orgánicos suele ser cercano al 45 % ello significa que el contenido de N que deben tener los residuos orgánicos a añadir al suelo debería oscilar entre 1,8 y 3,0 % (referido a materia seca). Contenidos inferiores de N al 1,5% de N (esto es, relaciones C/N superiores a 30) en los residuos orgánicos suele producir una inmovilización biológica de ese nutriente; esto es, al ser los residuos orgánicos incorporados al medio edáfico descompuestos por la microbiología del suelo, esos mismos microorganismos tienden a mantener ese N en su biomasa, con lo que se retrae el contenido de N edáfico y las plantas pueden sufrir severas deficiencias nitrogenadas. Por otra parte, contenidos superiores al 3,0 % de N (relaciones C/N inferiores a 15) pueden originar una intensa mineralización de N que, al superar las posibilidades de ser absorbido tanto N por las plantas (sobre todo si las adiciones orgánicas al suelo son altas), se lava por las aguas percolantes como nitratos (formado por la actividad microbiana), por lo que se contamina la capa freática (a la vez que se escapa valioso N); por tanto, se estaría haciendo en este caso una agricultura notablemente contaminante (antiecológica) sin desearlo.

Consecuentemente se tiene que ser extremadamente cuidadoso con los residuos orgánicos al añadirse al

suelo y debe exigirse una calidad definida en los parámetros citados, además de cuidar los aspectos sanitarios; esto es, que los estiércoles sean maduros o que los productos orgánicos compostados hayan completado el proceso de compostaje hasta la maduración final.

Como se observa, no vale para la agricultura supuestamente ecológica cualquier producto orgánico que se ofrezca, además de que se debe rechazar cualquier producto que tenga parámetros anómalos (v. g., notable acidez o alta salinidad) o levante sospechas de estar contaminado por metales pesados por su procedencia (*por ejemplo*, lodos urbanos de ciudades industriales), incluso xenobióticos. El etiquetado de los productos es una garantía contrastable de que los productos a añadir son correctos; si no hay etiqueta debe conocerse precisamente el origen de los subproductos orgánicos y las mezclas que se han

realizado para obtener el estiércol o composta final, sabiendo que las pajas tienen altas relaciones C/N (superiores a 100), las acículas de coníferas entre 90 a 100, las hojas de árboles frondosos valores medios (entre 40 y 60), las gallinazas y restos de leguminosas razones C/N menores de 30, los subproductos sanguíneos incluso inferiores 20 (la regla de las mezclas aquí es muy útil) y que el compostaje lleva a casi la mitad la relación C/N de las mezclas de partida, insistiendo que el grado de maduración es muy importante tanto sanitariamente como respecto a la propagación de malas hierbas.

Respecto a la intensidad de mineralización en los sistemas de climas templados la constante de descomposición de los residuos orgánicos ("*k primaria*") suele variar de 0,40 a 0,60 año<sup>-1</sup>. Esto es, cerca de la mitad del N que se añade como N orgánico se mineraliza en el transcurso de un año

si la estación seca no es demasiado larga (climas semiáridos o áridos), en cuyo caso la constante de descomposición puede bajar a 0,30 o menos, dado que al desecarse el material orgánico la actividad microbiana se paraliza. En los suelos tropicales e invernaderos obviamente esa constante puede alcanzar fácilmente valores de 0,7 ó 0,8 de acuerdo con el grado de humedad. Pero entonces aparece la necesidad de sintonía entre la demanda de nutrientes y el proceso de mineralización. Si la mineralización orgánica se realiza en periodo de no absorción vegetal el N se pierde y únicamente contamina; pero si cuando la demanda vegetal es alta los residuos no se mineralizan tendríamos severa deficiencia nutricional. Por tanto, además de productos orgánicos de calidad se debe cuidar que los picos de demanda nutricional vegetal coincidan con la mineralización activa de los residuos orgánicos. > >

## DISCUSIÓN SOBRE ACONDICIONADORES DEL SUELO

*Grupo de expertos de asesoramiento técnico en producción ecológica de la Comisión europea (EGTOP). Extracto del Informe final sobre fertilizantes y acondicionadores de suelo. 3ª Reunión, 29 y 30 Junio 2011.*

El EGTOP ha debatido si el uso de las sustancias o productos y técnicas que se mencionan a continuación está en línea con los objetivos, criterios y principios, así como las reglas generales establecidas en el Reglamento (CE) 834/2007 y si por lo tanto, puede ser autorizado en la producción ecológica bajo la legislación de la UE. Sus conclusiones fueron las siguientes.

Las proteínas hidrolizadas de los subproductos animales de origen son conformes con los objetivos, criterios y principios de la agricultura ecológica y deben ser incluidas en el anexo I del Reglamento (CE) no 889/2008, con la restricción a la hidrólisis química, sólo aceptable excepcionalmente en los casos donde se requiera por el Reglamento 142/2011, y no aplicada a las partes de los cultivos comestibles.

La Leonardita también está en línea con los objetivos, criterios y principios de la agricultura ecológica y debe ser incluida en el anexo I, aunque con la siguiente restricción: sólo si se obtiene como un subproducto de otras actividades mineras.

La quitina también debe ser incluida en el anexo I, aunque El EGTOP recomienda que sólo los productos de quitina procedentes

de pesquerías sostenibles o la acuicultura ecológica deben ser utilizados.

Sapropel, así como sedimentos orgánicos similares de cuerpos de agua dulce, están en línea con los objetivos, criterios y principios de la agricultura ecológica y deben ser incluidos en el anexo I. Restricciones: Sólo los sedimentos orgánicos que son subproductos de la gestión del agua en el cuerpo, y que se extraen de forma que cause el mínimo impacto negativo sobre el ecosistema acuático se deben utilizar, teniendo en cuenta (i) los mismos límites que los metales pesados, tal como figura en el anexo I para los residuos domésticos y (ii) los sedimentos ricos en contaminantes tales como gasolina sustancias similares no deben ser utilizados.

Los Animales (incluidos los animales salvajes) por los productos de la categoría 3 y el contenido del tubo digestivo (categoría 2), co-digestión con materiales orgánicos incluidos en el anexo I, están en línea con los objetivos, criterios y principios de la agricultura ecológica y deben ser incluidos en Anexo I con las siguientes restricciones: (i) los subproductos animales no deben ser de la agricultura industrial, (ii) no se aplica a las partes comestibles de los cultivos.

La técnica de enriquecimiento de dióxido de carbono debe ser considerado en los debates generales sobre un conjunto de normas para los cultivos orgánicos protegidas. En opinión del grupo, el dióxido de carbono de equilibrio, así como el enriquecimiento a niveles elevados, no está en contradicción con el reglamento del Consejo. El grupo llegó a la conclusión de que ciertas formas técnicas de enriquecimiento de dióxido de carbono podrían estar en consonancia con los principios de la agricultura ecológica. Sin embargo, el grupo no ha concluido si el dióxido de carbono de todos los orígenes debe ser aceptable.

El Grupo también ha elaborado la plantilla para el expediente mencionado en el art. 16 (3) (b), del Reglamento (CE) 834/2007 en relación a los fertilizantes y acondicionadores del suelo.

Por último, el Grupo señaló que los requisitos de composición en el anexo I del Reglamento (CE) no 889/2008 para "compostados o fermentados los residuos domésticos" y para "los productos y subproductos de origen animal [...]" requieren un límite de " 0 "para el Cr (VI). El grupo acordó que sería más apropiado escribir "no detectable" en lugar de "0".

Pudiera pensarse que el suelo puede aportar bioelementos en tanta cantidad como los aportes orgánicos (que necesitan mineralizarse) pero ello no es realista; el N es soluble y se pierde rápidamente en el suelo, mientras que el P es escasamente soluble y sólo puede cederse a la planta en cantidad reducida (dependiendo del muy bajo producto de solubilidad de los fosfatos, de la humedad del suelo y de la presencia o ausencia de micorrizas). Se puede argumentar que la materia orgánica edáfica (MOS) puede igualmente mineralizarse y ceder nutrientes solubles, pero el problema es que su constante de descomposición (en este caso “*k secundaria*”) es 100 veces inferior (por lo menos) que la constante primaria de los residuos orgánicos añadidos (aún sin humificar y no bioestable) con lo cual su contribución realista a la nutrición es muy limitada. Así un suelo cultivado que tenga unos 30 Mg C ha<sup>-1</sup> (lo cual es bastante alto) y su relación C/N sea próxima a 10 (usual) tendrá unos 3 Mg N ha<sup>-1</sup>; si la constante secundaria de mineralización de la MOS es de 0,0005 año<sup>-1</sup> (bastante realista) significa que cederá unos 2 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, no gran cosa.

Las entradas de N y P por lluvias o polvos atmosféricos suelen superiores a las cesiones de nutrientes por la MOS de muchos suelos con fertilidad limitada. Estas entradas atmosféricas son muy importantes en los entornos de las grandes ciudades (más aún en las industrializadas o altamente contaminadas) donde las entradas de N al suelo pueden ser fácilmente superiores a 50 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, incluso llegar a los 80 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>; esto es, como si se adicionaran fertilizantes inorgánicos. Estos aspectos deberían considerarse en la agricultura orgánica realizada en traspatios alrededor de las megaciudades.

En cuanto a las enmiendas con materiales mixtos (residuos orgánicos con contenidos de materia orgánica inferiores al 50 %) generalmente el valor añadido es el carbonato (para neutralizar los suelos ácidos) o los fosfatos molidos (parcialmente solubles) que se le suele añadir o, en muchos casos, micronutrientes u oligoelementos. Pero la base del asunto sigue siendo la misma (aunque considerando que la cantidad de N total suele ser aún más baja de lo antes se indicó).

Un último aspecto que debe tenerse muy en cuenta por su importancia, es que la MOS tiene fuertes impactos sobre la física del suelo; por tanto, la adición de residuos orgánicos (o las rotaciones) que incrementen en algo el contenido

de MOS pueden ocasionar resultados sorprendentes sobre la estructura y permeabilidad del suelo (indicadas por el valor de la densidad aparente), lo cual es muy eficaz en suelos con difícil permeabilidad, oxigenación o altos riesgos de erosión.

En resumen, muchas de las acciones beneficiosas que se les atribuyen a los residuos orgánicos añadidos a los suelos se deben en realidad a la corrección de la estructura del suelo y/o de los micronutrientes y no a los macronutrientes que aportan. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berg y Laskowski. 2006. Litter decomposition: A guide. Academic Press, Boston.
- Buscot y Varma. 2005. Microorganisms in soils: Roles in genesis & functions. Springer, Berlín.
- Costa F y col. 1991. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Edit. CSIC, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Murcia.
- Galantini JA. 2008. Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina. Edit. Univ. Nnal. del Sur, Bahía Blanca (R. Argentina).
- Gallardo JF. 2006. Medio ambiente en Iberoamérica en los albores del Siglo XXI. SiFyQA, Badajoz.
- Gallardo JF. 2011. Materia orgánica edáfica y captura de carbono en sistemas iberoamericanos. SiFyQA, Salamanca.
- Ghabbour y Davies. 2004 & 2005. Humic substances. Taylor & Francis, Nueva York.
- Labrador J. 2001. La materia orgánica en los agrosistemas. Mundi-Prensa, 2ª edn., Madrid.
- Lind K y col. 2003. Organic agriculture. C.A.B.I., Oxon.
- Moreno y Moral. 2008. Compostaje, MundiPrensa, Madrid.
- O. E. C. D. 2003. Organic agriculture. C.A.B.I., Oxon.
- Singh y Ward. 2004. Biodegradation & bioremediation. Springer, Berlín.
- Swift y Spark. 2001. Understanding & Managing organic matter in soils, sediments & waters. IHSS, Univ. Queensland.
- Tan KH. 2003. Humic matter in soil & the environment. M. Dekker, Basilea.
- Yariv y Cross. 2001. Organo-clay complexes & interactions. Marcel Dekker, New York.

## Aprobado el proyecto BIO-INCROP, en el que participa el CDAS-IVIA

**Rodolfo Canet.** Colaborador Científico Adjunto del Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (CDAS-IVIA).

Caidas de producción, desórdenes de crecimiento o incluso muerte de las plantas debido a enfermedades del suelo son comunes en cultivos plurianuales como los frutales. En estos casos, junto a la presencia de patógenos en el suelo, adquieren una especial relevancia los niveles de actividad y diversidad microbiológica del suelo. El mantenimiento de estos y el reconocimiento de su función dentro de los agrosistemas son fundamentales en la práctica de la agricultura ecológica.

El proyecto BIO-INCROP pretende estudiar técnicas de cultivo capaces de incrementar la funcionalidad biológica del suelo, con especial enfoque sobre la capacidad supresiva del suelo. Representando a dos de los principales ambientes agronómicos europeos, los trabajos se centrarán en manzano (en Italia, Austria, Alemania, Suiza y Turquía) y cítricos (España y Turquía). Los principales aspectos a investigar serán el uso de diferentes materiales orgánicos con capacidad para incrementar la vida microbiana del suelo, los tratamientos y prácticas con potencial para reducir la afección de enfermedades del suelo (cubiertas vegetales biodesinfectantes, biofumigación, solarización, plantación en zonas alternas, etc.) y el ensayo en condiciones controladas de productos autorizados para uso en agricultura ecológica con capacidad desinfectante y estimulante de la vida microbiana del suelo (cepas específicas de hongos y bacterias, micorrizas, extractos, etc.).

El proyecto está liderado por Luisa Manici, del CRA-CIN de Bolonia (Italia), y los trabajos en España por Rodolfo Canet, del CDAS-IVIA. El autor reconoce y agradece el apoyo financiero para este proyecto provisto por las organizaciones financiadoras de CORE Organic II, socios del proyecto FP7 ERA-Net CORE Organic II (Coordinación de Investigación Transnacional Europea en Alimentación Ecológica y Sistemas de Cultivo, proyecto no. 249667). Más información en [www.coreorganic2.org](http://www.coreorganic2.org). El texto en este artículo es responsabilidad única del autor y no refleja necesariamente las opiniones de las organizaciones nacionales que han financiado este proyecto.

Más información en [www.coreorganic2.org](http://www.coreorganic2.org)